

Einige Bemerkungen zum Bau und Funktion der Syncilien bei den Darmciliaten, besonders der Entodiniomorpha.

Von J. v. GELEI u. O. SEBESTYÉN Szeged.

Hierzu 20 Abbildungen.

Anlässlich faunistischer Studien Ungarns untersuchten wir auch die im Pansen unserer Wiederkäuer [*Ovis aries*] vorkommenden Ciliaten; dabei fielen uns einige bemerkenswerte Tatsachen bezüglich der allgemeinen Cilienbekleidung, des Baues der Cilien und ihrer Funktion auf, welche, obzwar bemerkenswert, bis jetzt in der Literatur wenig in Betracht gezogen worden sind.

Eine auffallende Tatsache ist es, dass unter den Darmciliaten die *Holotricha* mit äusserst wenigen Arten vertreten sind. Dagegen ist das zweite und zugleich höhere Ordo der Ciliaten: *Spirotricha* mit dem an Arten äusserst reichen Subordo: *Entodiniomorpha* reichlich vertreten.

Wenn wir einen Unterschied zwischen den Darmholotrichen und den freilebenden Holotrichen suchen, dann fällt uns sofort auf, dass unsere Holotrichen Arten, wie die Vertreter der Genera *Isotricha* und *Dasytricha*, alle mit einem äusserst dichten Wimperkleid versehen sind, welches aus kurzen und kräftigen Cilien zusammengesetzt ist. Ein ähnliches Cilienkleid finden wir zwischen den freilebenden Holotrichen bei dem Genus *Ophryoglena*. *Ophryoglena* ist aber unter den freilebenden Ciliaten als eine der schnellsten bekannt. Wir können auf Grund dieser einfachen Tatsachen den Satz aufstellen, dass im Freien eine kurze und dichte Bewimperung die Tiere zu einer schnellen Bewegung befähigt. Wenn wir dagegen unsere in den Pansen lebende *Trichostomata* Arten betrachten, so fällt uns sofort auf, dass sie sich ziemlich langsam, bei-

nahe träge bewegen.¹⁾ Daraus können wir aber darauf schliessen, dass ihr Medium physikalisch anders gestaltet ist, als jenes der Freilebenden. Der Pansensaft ist ganz sicher dichter²⁾ und zugleich zäher als das freie Wasser, im Allgemeinen seine Viscosität also höher als die des freien Wassers. Wir glauben, dass die Ursache dessen, dass die niedriger stehenden Holotrichen nur ausnahmsweise ihre Lebensbedigungen im Pansen finden, in diesen mechanisch-physiologischen Eigenschaften des Pansensaftes zu suchen ist: mit den einfachen Cilien sind sie meist unfähig den Widerstand des Mediums zu überwinden, die Cirren und Membranellen der Spirotrichen sind dagegen kräftige Bewegungsorganellen, sie haben einen höheren Wirkungseffekt als die einfachen Wimpern der Holotrichen und so können dieselben die vom besonderen Medium geschaftenen Schwierigkeiten besser überwinden. — Wenn wir nun die Membranellen — nach anderer Deutung Cirren — der *Entodiniomorpha-Ophryoscolecida* aus diesem Gesichtspunkt mit den Membranellen anderer Spirotrichen ja sogar Peritrichen vergleichen, so fällt es uns sofort auf, dass diese freilebenden Ciliaten mit grossen, langen, breiten und zugleich verhältnismässig dünnen, meist lamellenartig entwickelten Membranellen versehen sind. Die Membranellen der *Entodiniomorpha* sind dagegen verhältnismässig kurze, dicke und schmale (radial kurze), im Allgemeinen kräftige, gedrungene Gebilde, welche zumeist cirrenartig aussehen. Durch ihre Form haben diese gedrungeenen Gebilde eine kleine Wirkungsfläche. Der Effekt wird trotzdem gross, da die Bewegung in einem zähen Medium ausgeführt wird. Bei freilebenden Spirotrichen, besonders bei Hypotrichen, finden wir Membranellen, die höchstens aus drei Schichten von Cilien zusammengesetzt sind, bei einzelnen grösseren Entodinien, Diplodinien und an der dorsalen Wimperzone der *Ophryoscolex*-Arten sind die Membranellen aus 4—7 Cilienschichten zusammengesetzt. Es ist also klar, dass diese Elemente kräftige Organellen sind, und leicht den Widerstand des Mediums überwinden. (S. Fig. 5.)

Die besonderen oikologischen Verhältnisse, unter welchen

¹⁾ Schon lebend lässt sich an ihnen das Wellenmuster des Cilienkleides vorzüglich demonstrieren.

²⁾ Darauf weist besonders bekräftigend die äusserst langsame Pulsation der Vacoulen hin.

Figurenerklärung.

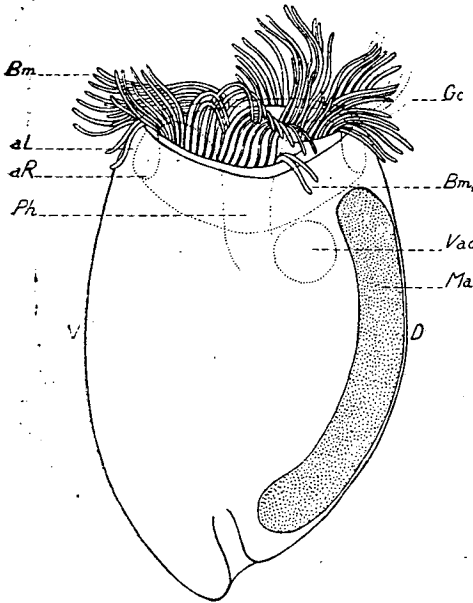


Fig. 1.

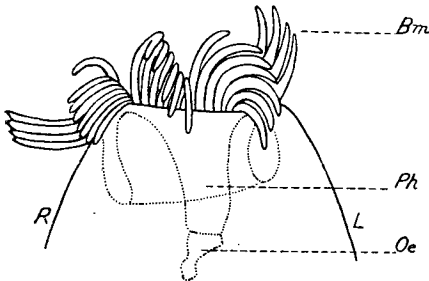


Fig. 2.

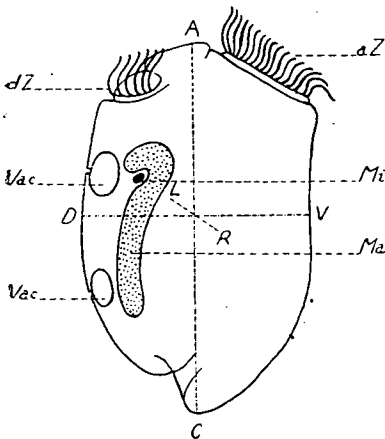


Fig. 3a.

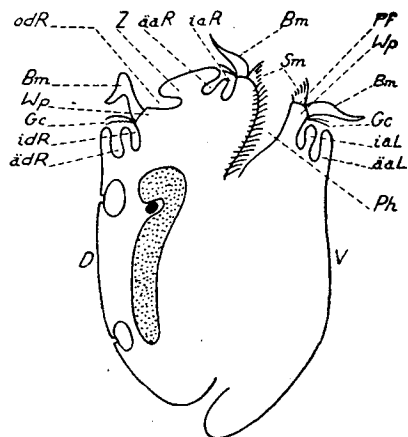


Fig. 3b.

Fig. 1. *Entodinium longinucleatum* DOG. Bewegungsmembranellen u. einige Grenzzilien. Fig. 2. *Entodinium longinucleatum* DOG. Bewegungsmembranellen. 3.

Eudiplodinium maggii FIOR Orientierungsfiguren. a Flächenansicht, b optischer Schnitt. Fig. 1 und 2 nach Formol-Sublimatfixierung und Versilberung nach GELEI-HORVÁTH. A = Apicalende, A-C = Längsachse, aL = Adorallippe, aR = Adoralrinne, aZ = Adoralzone, aaL = äussere adorale Lippe, aaD = äussere dorsale Lippe, aaR = äussere adorale Rinne, aaD = äussere dorsale Rinne, Bm = Bewegungsmembranellen, Bm₁ = weit nach hintengeschlagene Membranellen, C = Caudalende, D = Dorsalseite, D-V = Dorsoventralachse, dZ = Dorsalzone, Gz = Grenzzilien, iaL = innere adorale Lippe, idL = innere dorsale Lippe, iaR = innere adorale Rinne, idR = innere dorsale Rinne, L = Linke Seite, Ma = Makronukleus, Mi = Mikronukleus, Oe = Oesophagus, odR = Obere dorsale Rinne, Pf = Polsterfläche, Ph = Pharynx, R = rechte Seite, R-L = laterale Achse, Sm = Strudel- oder Schluckmembranellen, V = Ventralseite, Vac = pulsierende Vacuole, Wp = Wimperpolster, Z = Zapfenvorsatz. — Vergr. bei Fig. 1 u. 2 Ok. III. Obj. $\frac{1}{12}$ Homog. Immers. Bei Fig. 3 Ok. III. Obj. 6 a.

die *Entodiniomorpha* leben, bringen eigenartige Syncilien zur Entwicklung, deren Bau uns veranlasst uns näher mit den Syncilien (siehe GELEI 1929. p. 170) der *Entodiniomorpha* zu beschäftigen.

Technik:

Lebendbeobachtungen unter dem Mikroskop an frisch geholtem Material. Das Material wurde so befördert, dass dessen Temperatur nicht unter 36—37 Grad C sank und so wurde es auch im Thermostaten aufbewahrt. Wenn das Material sehr dickflüssig, breiartig war, wurde es mittels auf 36—37 Grad C erwärmtem Leitungswasser ungefähr auf $\frac{3}{4}$ des ursprünglichen Volumens verdünnt. Das Material erhielt seine Lebensfähigkeit im Thermostaten ungefähr 10 Stunden lang, um aber sicher zu sein, dass wir kein durch ungünstige Verhältnisse verändertes Material untersuchten, hatten wir unsere Beobachtung an lebendem Material innerhalb 3—4 Stunden nach dem Einholen immer abgeschlossen.

Gute Resultate erhielten wir mit *Fixierungen* von Formol-Osmium und Formol-Sublimat; beide Gemischpaare wurden miteinander so vermengt, wie es GELEI (1927) und GELEI und HORVÁTH (1931) angeben. GELEI hatte schon den Vorzug seiner Formol-Osmium Fixierung hervorgehoben, die Bewegungszustände der Cilien im Wirkungs Momente fest zu halten. Diese gute Eigenschaft hat auch Formol-Sublimat, wenn die Fixierungsflüssigkeit bei Körpertemperatur der Wirtstiere einwirkt. Nach Formol-Osmium haben wir entsprechend der Vorschrift von GELEI (1927) die beiden Beizen: Kaliumbichromatikum-Alaun und Ammonium-molybdaenikum verwendet. Nun wurde Toluidinblau oder EHRLICH's Gentianviolet in Alkohol enthaltendem Anilinwasser mit gutem Erfolg verwendet. Nach Formol-Sublimat haben wir an Toto-Präparaten besonders schöne Resultate mit HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin erreicht. An Schnitten wurde ausser der von GELEI (1926) ausgearbeiteten Fuchsin-Lichtgrün Methode, auch HEIDENHAIN's Eisenhämatoxylin mit besonders gutem Erfolg angewendet. Auch die in Silber-Osmium-Formol (GELEI 1928 p. 482) fixierten Tiere ergaben ohne weitere Färbung nach drei Stunden in der Fixierungs-lösung ein geeignetes Brechungsvermögen, in Folge dessen sie nach Auswaschen mit Wasser in Glycerin-Alkohol mit gutem

Erfolg untersucht werden konnten. Wir bemerken schliesslich, dass auch die nasse Sublimat-Silbermethode von GELEI—HORVÁTH (1931) gute Bilder lieferte. Textfig. 1. und 2. entstanden nach Sublimat-Silber und demonstrieren deutlich, dass die Bewegungszustände mit der Methode erfolgreich darstellbar sind.³⁾ Um Wiederholungen und langwierige Besprechungen der Teile und Organellen der so verwickelt gebauten Ophryoscoleciden vermeiden zu können, haben wir — zur allgemeinen Orientierung — zwei beschriftete Abbildungen schon hier, vor der eigentlichen Mitteilung beigelegt. (Fig. 3. a, b.)

Die Syncilien.

Es ist bekannt, dass an jedem Vertreter der *Entodiniomorpha-Ophryoscolecida* eine adorale Membranellenzone vorhanden ist, welche gewöhnlich von der Nähe der dorsalen Seite links ausgeht und sich nach einer Windung von der Dorsalseite in den Cytopharynx einsenkt. Bezüglich der Anordnung der adoralen Zone ist die Auffassung der Forscher verschieden. SCHUBERG schreibt (1887 p. 407) „Die Elemente, welche die Wimperbewegung ausführen, sitzen an dem gewulsteten innersten Rande des Peristoms“. — Ähnlich schreibt auch AWERINZEW und MUTAFOWA (1914. p. 111): „Beide Spiralen (von *Diplodinium fiorentini* nov. sp. = *Ostracodinium dentatum* Fior.) bestehen aus zwei „Säumen“ von denen der eine die Membranellen trägt, während der andere derselben entbehrt, beide Säume sind durch eine kleine Furche voneinander getrennt“. Im Gegensatz zu diesen Angaben stehen die Beschreibungen DOGIEL's (1927). p. 17), KOFOID- und MACLENNAN's (1930.

³⁾ Wir hatten die Arten und Genera mit den von DOGIEL (1927) angegebenen Namen bezeichnet.

Bezüglich der Figuren von *Entodinium* müssen wir bemerken, dass nach KOFOID und MACLENNAN (1930) in der adoralen Zone von *Entodinium* eine äussere und eine innere Lippe besteht, so wie eine äussere und innere Rinne und dass bei den genannten Autoren die Membranellen aus der inneren Rinne entspringen. Unsere Figuren sind teils nach dem Leben, teils nach Praeparaten in Toto entworfen, an welchen nur eine adorale Lippe und bloss eine adorale Rinne zu beobachten ist. Wir betonen, ausdrücklich, dass nach unseren Befunden die adoralen Membranellen an der von uns als Wimperpolster benannten Erhebung sitzen, welche Erhebung die innere Wand der adoralen Rinne bildet (siehe S 146.). Schnitte hatten wir diesbezüglich an Entodiniiden nicht untersucht.

p. 482) und schliesslich SHARP's (1914. p. 77), welche berichten, dass die Membranellen in einer Rinne: „furrow“ (KOFOID und MACLENNAN und SHARP) eingepflanzt sind.

Wir konstatierten, dass an Praeparaten, wo die Membranellenspirale nicht eingezogen, also nicht in der Ruhelage, sondern in ihrem Tätigkeitszustande fixiert war, die Membranellen nie in einer Rinne sitzen. Im Gegensatz erheben sie sich an einem hervorragenden Wall, dem Wimperpolster, welcher bei der adoralen Zone zwischen der s. g. Adoralrinne und dem Pharynx, bei der dorsalen Zone zwischen der inneren Dorsalrinne und der oberen Dorsalrinne liegt (Fig. 3. b., Fig. 4., Fig. 8., Fig. 10 b Wp.). Dieses Benehmen haben wir bei sämtlichen

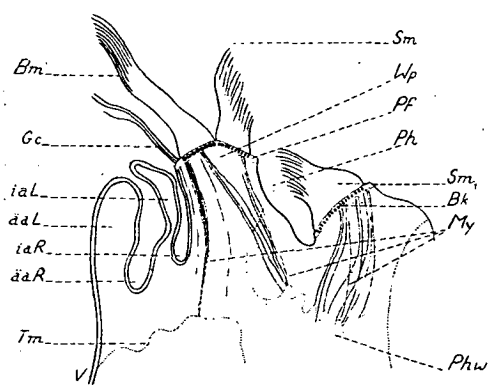


Fig. 4. *Eudiplodinium maggii* FIOR Etwas schief, longitudinaler Schnitt. Formol Subl. Fuchsin Lichtgrün. Von der adoralen Zone ist nur ein Teil dargestellt, die dorsale Zone ist ganz weggelassen. *aaL* = äussere ador. Lippe, *aaR* = äussere ador. Rinne, *Bm* = Bewegungsmembranellen, *Bk* = Basalkörperchen, *Gc* = Grenz Cilien, *iaL* = innere ador. Lippe, *iaR* = innere ador. Rinne, *My* = Myonemen, *Pf* =

Polsterfläche, *Ph* = Pharynx, *Phw* = Pharynxwand, *Sm* = Schluckmembranellen, *Sm₁* = in den Pharynx sich versenkende Schluckmembranellen, *Tm* = Trennungsmembran zwischen Ecto- und Endoplasma, *V* = Ventralseite. Vergr. comp. Oc. 12. Obj. $\frac{1}{12}$ hom. imin.

Vertretern der verschiedenen Genera lebend studiert, beobachtet und festgestellt. (Fig. 6., 9., 10 a.).

Selbstverständlich können die Membranellen der adoralen Zone im zurückgezogenen Ruhezustand in eine Rinne geraten, deren Wände von den seitlichen Abhängen der Polsterwand gebildet werden; ob aber dem wirklich so ist, haben wir an Schnitten nicht beobachtet.

Wenn wir den Basalteil der Membranellenzone sowohl adoral als dorsal mit Immersionssystem von oben her betrachten, wenn also die Zone der Basalkörperchen von der Fläche her betrachtet wird, so nehmen wir als sehr auffallend wahr, dass

wir keine Spur von einer Aufteilung der Wimperspirale in Membranellen feststellen können: die Basalkörperchen sind im Gegenteil ganz und gar gleichmässig wie in einer Schnur (Wimperschnur) in schönster Ordnung verteilt (Fig. 5.) Die Basalkörperchen sind in Reihen angeordnet, die nicht senkrecht auf der Spidale stehen, also im Allgemeinen nicht meridional, längsgerichtet sondern immer schräg verlaufen und zwar ziehen die Linien ganz einheitlich überall von vorne links schräg nach hin-

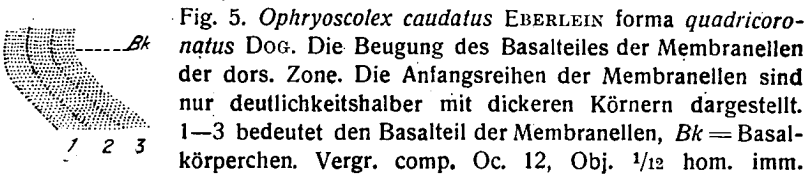


Fig. 5. *Ophryoscolex caudatus* EBERLEIN forma *quadriconatus* DOG. Die Beugung des Basalteiles der Membranellen der dors. Zone. Die Anfangsreihen der Membranellen sind nur deuthlichkeitshalber mit dickeren Körnern dargestellt. 1—3 bedeutet den Basalteil der Membranellen, Bk = Basalkörperchen. Vergr. comp. Oc. 12, Obj. $\frac{1}{12}$ hom. imm.

ten rechts. Der Winkel der schrägen Stellung ist in der Adoralzone immer grösser als im dorsalen Membranellenkranz. Es ist nun selbstverständlich, dass dementsprechend auch die Membranellen nicht radial, sondern schräg gestellt sind, so dass die rechte Fläche einer Membranelle nach vorne und die linke nach hinten, beziehungsweise seitlich nach aussen gestellt ist. An *Ophryoscolex* haben wir am Basalteil der dorsalen Membranellen vorne eine Biegung wahrgenommen (Fig. 5.) so, dass diese Gebilde an ihrer Vorder- (Innen-) Seite etwas nach rechts gebogen sind; dieser Hackenteil ist in die Längsachse des Körpers eingestellt.

Weil die Membranellen an ihrem Basalteil örtlich voneinander nicht getrennt sind, ist es klar, dass der geregelte Verband der Cilien in Bewegungseinheiten: die Syncilien physiologisch gesichert ist. Die Membranellen sind nämlich an entsprechenden Stellen immer gleich dick. Sie bestehen also aus gleicher Zahl von Cilienreihen, beziehungsweise elementaren Membranulae. — Wir bemerken weiterhin, je kleiner ein Tier, desto weniger Cilien verkleben zu einer Membran. An kleinen Entodinen wie z. B. *Entodinium simplex* kleben bloss drei Cilienreihen zu einer Membran zusammen, wogegen am mächtigen *Ophryoscolex caudatus* forma *quadriconatus* 7—8 Cilienreihen in Einheiten verklebt sind. Da die einzelnen Reihen an den kleinen Tieren nicht die Cilienzahl 10 überschreiten, besteht eine solche Membranelle im Durchschnitt aus 30 Cilien, wogegen an *Ophryo-*

scolex, wo in den einzelnen Reihen gegen 30 Cilien gezählt worden sind, eine 7—8 reihige Membranelle aus ungefähr 210—240 Cilien aufgebaut ist. Selbstverständlich arbeitet eine solche Membranelle sehr kräftig. (vergl. auch Seite 142.)

Die Differenzierung der Wimperspirale bzw. der Membranellen in meridionaler Richtung.

In der Literatur finden wir Angaben, dass die Membranellen der adoralen Zone untereinander verschieden sind. Und zwar sind jene, welche in der Nähe des Mundes stehen (die inneren) kleiner als die äusseren. So schreibt DOGIEL (1927. p. 14): „Die dem Munde unmittelbar anliegenden Membranellen der Zone sind schwächer als die des äusseren Umlaufs der Spirale entwickelt und werden von SHARP durch einen besonderen Namen, „Oral cilia“ belegt. Ich bemerke aber keinen prinzipiellen Unterschied zwischen den Membranellen der ganzen adoralen Zone“. — SHARP beschäftigt sich eingehend mit dem Bau der adoralen und dorsalen Zone von *Epidinium ecaudatum* (bei ihm: *Diplodinium ecaudatum*), er unterscheidet in der adoralen Zone s. g. adorale Membranellen und s. g. „oral cilien“, zwischen beiden liegt der s. g. „oral disk“. — KOFOID und MACLENNAN (1932) bemerken bei der Besprechung von SCHUBERG'S Genus *Diplodinium*, dass „the oral zone is similar in all respects to that described by SHARP (1914) in *Epidinium* (his *Diplodinium*), and by us in *Entodinium* (KOFOID and MACLENNAN 1930)“. Wir studierten eingehender die Genera *Entodinium* und *Diplodinium*. Weiter unten werden wir sehen, dass unsere Befunde bezüglich des Ursprungs der Membranellen, wie auch der Differenzierung der adoralen und dorsalen Zone abweichend von der Beschreibung SHARP'S sind. — Wir hatten uns eingehend mit der adoralen Zone von *Epidinium* nicht beschäftigt, bezüglich der dorsalen Zone müssen wir aber bemerken, dass nach unseren Beobachtungen, welche wir an toto Praeparaten und auch an Schnitten machten, tatsächlich keine wichtige Differenz zwischen der dorsalen Zone der *Diplodinium* Arten und *Epidinium* Arten zu konstatieren ist. (Fig. 10 a., b.).

Uns haben sowohl Lebendbeobachtungen als die Betrachtung der konservierten Totalpraeparate und Schnitte damit über-

rascht, dass wir drei Ringzonen in der adoralen Wimperspirale und deren zwei in der dorsalen Wimpezone feststellen konnten.

In der Adoralzone sind nämlich nach Aussen freie Cilien in ungefähr 1—3 Reihen differenziert, die also nicht zu den Membranellen gehören und unabhängig von den Membranellen ihren Dienst leisten. Darauf folgt die Zone der eigentlichen Bewegungs- oder Rudermembranellen und nach innen eine dritte Zone, die wir als Strudel- bzw. Schluckzone bezeichnen können. Diese beiden Membranellenzonen unterscheiden wir der Lage nach als die äussere und innere.

Wir können diese drei Zonen folgenderweise charakterisieren: die marginalen Grenzcilien stehen einzeln, sind immer kürzer als die Bewegungsmembranellen und ihre Bewegung ist eine hin und her tastende. Sie sind zugleich feiner als die anderen Cilien. An *Entodinium longinucleatum* konnten wir

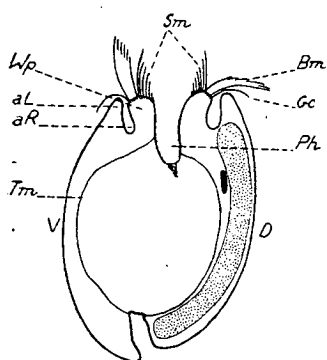


Fig. 6.

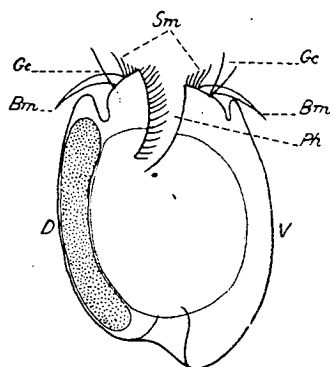


Fig. 7.

Fig. 6. *Entodinium longinucleatum* DOG. Optischer Schnitt nach dem Leben zur Darstellung des Baues der Adoralzone. Fig. 7. *Entodinium longinucleatum* DOG. Optischer Schnitt nach dem Leben mit steifen tastborstenähnlichen Grenzcilien. aL = ador. Lippe, aR = ador. Rinne, Bm = Bewegungsmembranellen, D = dors. Seite, Gz = Grenzcilien, Ph = Pharynx, Sm = Schluckmembranellen, Tm = Trennungsmembran zwischen Ecto- und Endoplasma, V = Ventralseite, Wp = Wimperpolster, Vergr. $\frac{1}{2}$ Oc. III. Obj. $\frac{1}{12}$ hom. imm.

feststellen, dass diese Cilien, wenn sie ausser Dienst gestellt wurden, also sich in steifem Zustand befanden, zwischen den zurückgeschlagenen Bewegungsmembranellen nach vorne gerichtet standen und den Anschein erweckten als wenn starre Tastbor-

sten einzeln zwischen den Membranellen, mit ihnen alternierend, nach vorne gerichtet ständen (Fig. 7. *Gc*).

Die Bewegungs- oder Rudermembranellen sind längst bekannte Elemente. Sie sind lang, glänzend, ihre Cilien haften fest zusammen und die Ränder werden äusserst selten in einzelne Cilien aufgefranst. Oft nehmen wir wahr, dass die Basalkörperchen grösser und glänzender sind als die der nächsten inneren Zone (Fig. 3. *Bk*.) Bei der Bewegung schlagen sie auswärts und meist nach hinten, selbstverständlich nicht direkt längsgerichtet, sondern die Spitze kreist in einer Ellipse, deren Längsachse zum Körper mehr oder minder längsgerichtet ist. Wenn diese Bewegungsmembranellen ausser Dienst gestellt sind, dann sind sie in starrem Zustand nach hinten umgeschlagen.

Die dritte innere Zone ist ungefähr gleich breit, eventuell etwas schmaler als die äussere. Wir haben immer festgestellt,

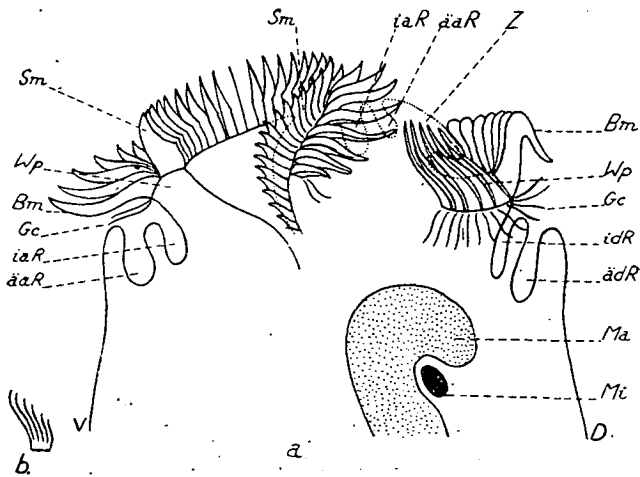


Fig. 8. *Eudiplodinium maggii* FIOR. a. Etwas schematische Darstellung des Baues der Adoral- und Dorsalzone nach einem toto-Praeparat. Formol-Subl. Eisenhaematoxylin. Die äussere linke (vorne stehende) Spirale der adoralen Zone ist nicht dargestellt, damit die in den Pharynx sich versenkende Schluckmembranellen sichtbar werden. b., Aufteilung einer *Sm* in ihre Komponenten. *aaR* = äussere ador. Rinne, *adR* = äussere dors. Rinne, *Bm* = Bewegungsmembranellen, *Gc* = Grenzcilien, *D* = Dors.-Seite, *iaR* = innere ador. Rinne, *idR* = innere dors. Rinne, *Ma* = Macronucleus, *Mi* = Micronucleus, *Sm* = Schluckmembranellen, *V* = Ventralseite, *Wp* = Wimperpolster, *Z* = Zapfenfortsatz. Vergr. $0.75 \times$ Oc. III. Obj. $1/12$ hom. imm.

dass auf der Polsterfläche (Fig. 3. *Pf.*) der adoralen Zone an der Aussenseite, also lateral die Rudermembranellen, an der medialen Seite dagegen diese Strudel- oder Schluckmembranellen sitzen. Die Cilien dieser Zone sind erheblich kürzer als die der äusseren. Einwärts sitzen überhaupt ganz niedrige Bewegungselemente (Fig. 6—7. *Sm.*). Die Cilien sind nicht nur kürzer sondern auch feiner, die Basalkörperchen haben im Leben und auch in ungefärbten Osmium-Praeperaten nicht den entsprechenden Glanz wie die der äusseren. Sie sind auch etwas kleiner, stehen aber entsprechend dicht, wie die der äusseren (Fig. 9). Auffallend ist, dass die Cilien der einzelnen Membranellen nicht so fest verklebt sind wie die der äusseren. Daher kommt es, dass diese Strudelmembranellen meist aufgefranst sind und die Zone an manchen Tierarten direkt wie eine kontinuierliche Bürste aussieht. Im Ruhezustand, wenn die Cilien erstarren, stehen sie in entgegengesetzter Richtung eingekrümmt als die Rudermembranellen, nämlich leicht einwärts umgeschlagen.

Wir heben auch hier die merkwürdige Tatsache hervor, dass an der Zone der Basalkörperchen auch diesbezüglich meisst keine Spur der örtlichen Differenzierung besteht, die Basalkörperchen bestreuen gleichmässig die Spirale und wir konnten bei den untersuchten Arten bei einer Betrachtung von oben her nicht feststellen, wo die Grenze der Ruder- und Strudelzone besteht. Ausgenommen wird *Anoplodinium denticulatum* forma *denticulatum*, wo eine schöne morphologische Trennung beider Zonen auch äusserlich in der Basalkörperreihe auftritt. Hier haben wir im Leben beobachtet, dass die beiden Zonen voneinander durch eine schmale Lücke getrennt sind. Wie die Skizze (Fig. 9) zeigt, ist auch das Niveau beider Membranellen etwas verschieden.⁴⁾

⁴⁾ In Bezug auf die hier besprochene Gliederung der Peristomial-Pectinellen in verschiedene Gruppen, kann als Analogon auf eine andere Gruppe, auf die Tintinniden verwiesen werden. An diesen zu den Ophryoscoleciden nahe stehenden Heterotrichen hatte ENTZ sowohl an den lebenden Tieren, wie auch an den im Ganzen fixierten und an den Schnittserien so eine Aufteilung der Peristomial-Pectinellen beschrieben (ENTZ 1909 p. 169) und an vielen Figuren abgebildet (z. B. Fig. 2. Taf. 10. Fig. 2.4. Taf. 11. Fig. 2. Taf. 16. Fig. 27. Taf. 20 etc.), eben so, wie es bezüglich der Ophryoscoleciden hier zu allererst festgestellt wird.

Nicht diese schon an und für sich auffallende morphologischen Unterschiede veranlassen uns in erster Reihe die letzte Zone zu unterscheiden, sondern vor allem das physiologische Benehmen. Uns sind drei besondere Fälle in der Bewegung aufgefallen: 1., Bewegen sich die Membranellen der äusseren Zone, so kann die innere Zone in Erstarrungszustand übergehen. Dabei sind die äusseren Cilien dieser Zone etwas medial eingebogen. 2., Tritt in der äusseren Membranellenzone eine Erstarrung auf, sind also die Membranellen lateral rückwärts umgeschlagen, so kann in der inneren Zone eine lebhaftere Bewegung auf-

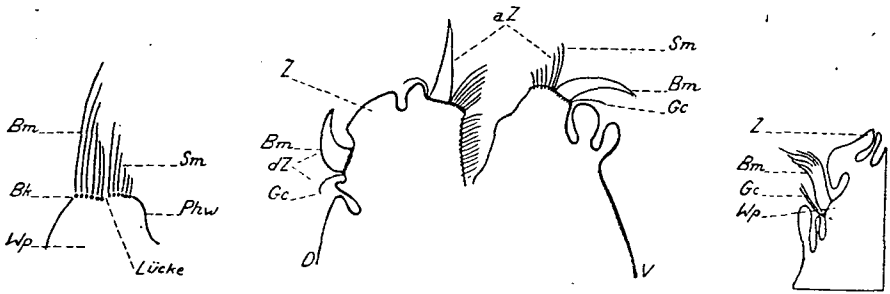


Fig. 9.

Fig. 10 a.

Fig. 10 b.

Fig. 9. *Anoplophidium denticulatum* FIOR. forma *denticulatum* DOG. Optischer Schnitt der ador. Zone nach dem Leben. Die Grenzcilien sind nicht dargestellt. Fig. 10 a., *Anoplophidium denticulatum* FIOR. forma *denticulatum* DOG. Optischer Schnitt der ador. u. dors. Zone nach dem Leben. b., *Epidinium ecaudatum* FIOR. Longitudinaler Schnitt der dorsalen Zone. Formol-Sublimat, Fuchsin-Lichtgrün. aZ = ador. Zone, Bk = Basalkörperchen, Bm = Bewegungsmembranellen, D = dorsal Seite, dZ = dors. Zone, Gc = Grenzcilien, Lücke = Lücke zwischen Bm und Sm., Phw = Pharynxwand, Sm = Schluckmembranellen, V = Ventralseite. Wp = Wimperpolster, Z = Zapfenfortsatz. Vergr. $\frac{1}{2}$ Oc. III. Obj. $\frac{2}{12}$ hom. imm.

treten, wobei die Cilien median einwärts schlagen. 3., Ein Zusammenarbeiten der beiden Zonen in der Ortsbewegung tritt in der Weise auf, dass die Membranellen der äusseren Zone mehr rückwärts schlagen, also mehr rudern, die der inneren Zone sich mehr in einem Kreise um die Längsachse des Tieres bewegen, also mehr strudeln. An einem *Entodinium simplex* konnten wir bei einer aufgerichteten Stellung gut beobachten, dass die Membranellen der inneren Zone im Verlauf der adoralen Spirale rückwärts, also von links nach rechts schlügen, wodurch eine umgekehrte Bohrbewegung entstand, die Spirale verlief nämlich in der Richtung der Urzeigerbewegung. Auch

hier führen selbstverständlich die Membranellen eine kreisende Bewegung aus, wobei sich die längsten Cilien der Membranelle auf der Peripherie einer Ellipse bewegen, deren Längsachse tangential zu der Spiralzone steht.

Wenn wir uns kurz und grob so ausdrücken, dass die Spiralbahn in der Bewegung des Tieres aus den beiden Komponenten entsteht, dass die äussere Membranellenzone in der Längsrichtung des Tieres, die innere dagegen in der Längsrichtung der adoralen Wimperspirale — also in der Querrichtung des Tieres — ihre Bewegung ausführt, können wir die Frage aufwerfen, ob es überhaupt anders geschehen könnte? Die langen Membranellen der äusseren Zone können, wenn die innere Zone starr ist, schräg nach hinten schlagen, womit eine Bohrbewegung erzielt wird. Sie sind nämlich gerade lang genug dazu, dass sie beim Hochschlag mit dem umgebenden Medium nützlich in Berührung stehen. Die Membranellen der inneren Zone dagegen sind durch den Ring der äusseren versteckt, wenn sie also rein nach rückwärts (meridional) schlugen, würde das von ihnen in Bewegung gesetzte Wasser an den Ring der äusseren Zone anprallen, wodurch die Bewegung ohne jeglichen Nutzeffekt verlaufen würde. Sie bohren sich aber in Folge ihrer apicalen Lage in ein ruhiges Wasser hinein, das von ihnen in Kreisbewegung gesetzt werden kann und in Folge dessen im Wasser ein Strudeltrichter entstehen kann. Die Bewegung der inneren Zone bewirkt also das Drehen der Tiere, und ruft ausserdem einen Strudel hervor, den besonders die von kleinen Detrituskörnern und Häufchen sich ernährende Tiere ausnützen können.

Wir können aber diese niedrigen Membranellen mit ihren mehr freistehenden Cilien auch als Schluckmembranellen bezeichnen. Diese Auffassung können wir folgenderweise begründen.: Die grossen Membranellen der äusseren Zone hören vor dem trichterförmigen Eingang des Pharynx schon in der Höhe des Stirnfeldes (der Ebene der Adoralen Zone) auf. Wie die Figur 8. [in der Mitte] zeigt, konnten wir bei *Eudiplotidium maggii* besonders klar feststellen, dass die Membranellen der äusseren Zone in der Nähe des Mundtrichters immer kleiner und kleiner werden, bis sie schliesslich vor dem Ein-

gang aufhören. In den Mundtrichter hinein gelangt also bloss die innere Zone. Kräftig entwickelt sind diese Membranellen bzw. die daraus entstehende Bürste besonders an solchen Tieren, die grosse Pflanzenteile verschlucken. Wir finden sie aber auch an *Entodini*en, die sich von Bakterien oder Detritus ernähren, hier dienen die Cilien zur Beförderung der Patrikelchen den Pharynx hinunter. (An Turbellarien kann man beobachten, dass der Pharynx mit dichter Bewimperung versehen ist, wie wir es hier an unseren Tieren bemerkten und dort können wir sehen, dass diese Cilien sich erst in Bewegung setzen, wenn es etwas zu verschlucken gibt). Eine derartige unabhängige Bewegung der pharyngealen Cilien konnten wir auch hier in *Entodinium longinucleatum* beobachten. — Nicht in letzter Hinsicht veranlasst uns zu dieser Benennung der Umstand, welchen wir in Fig. 4. festgehalten haben, dass nämlich die Wimpern dieser Schluckzone nur an der Pharynxwand mit Myonemen befestigt werden, wogegen die Myonemen der äusseren Zone an der Pharynxwand und an der Trennungsmembran zwischen Ectoplasma und Entoplasma ansetzen.

Wir haben bis jetzt den Bau der adoralen Zone beschrieben. Es gibt aber bei drei Genera nämlich *Diplodinium*, *Epidinium* und *Ophryoscolex* auch einen dorsalen Membranellenkranz. Es fragt sich nun, wie dies differenziert ist?

Ein Blick auf Fig. 10. *a.* und *b.* — nach *Anoplodinium denticulatum* und *Epidinium ecaudatum* — erklärt uns sofort alles. Soweit unsere Untersuchungen reichen, fanden wir hier überall die äussere Grenzzone der freien Cilien, dagegen haben wir nirgends die innere, nämlich die Schluckzone gefunden. Und eben dieser selbstverständliche negative Befund bekräftigt unsere Auffassung in der Richtigkeit, diese hier fehlende Zone als Schluckzone zu determinieren. Hier ist kein Pharynx, es kann nichts verschluckt werden und es ist selbstverständlich dass diese Art der Differenzierung hier fehlt.

Es fragt sich nach diesen Ausführungen, wie weit diese Differenzierungen unter den *Ophryoscolecidae* verbreitet sind. Wir können hierzu bemerken, dass wir bei unseren Untersuchungen folgende Arten berücksichtigt haben: *Entodi-*

nium simplex, *Ent. longinucleatum*, *Ent. caudatum*, *Anoplo-dinium denticulatum*, *Eudiplodinium maggii*, *Eudipl. neglectum dilobum*, und *Eudipl. rostratum*. Und wir fanden: je grösser ein Organismus ist, um so deutlicher treten diese Differenzierungen auf; bei *Eudiplodinium maggii*, *Eudipl. neglectum dilobum*, *Entodinium longinucleatum* könnten wir ohne jede Mühe die erwähnten drei Zonen der adoralen Wimperspirale unterscheiden. Bei kleineren Tieren geht es aber mit Mühe. *Entodinium simplex* (30—35 μ) war das kleinste Tier, wo wir noch die drei Zonen am lebenden Tier wahrnehmen konnten. Dagegen bei dem grösseren *Eudiplodinium rostratum* (46—63 μ) haben wir ganz deutlich und klar festgestellt, dass die äussere Zone der freien Cilien fehlt.

Wir haben noch auf die Frage keine Antwort gegeben, wozu die freien Cilien ausserhalb der Membranellen differenziert sind? Das ist eine Frage, worauf wir auf Grund von Erfahrungen wirklich keine sichere Antwort geben können. Da sie kürzer sind als die Membranellen, können sie in der eigentlichen Tätigkeit derselben nicht Teil nehmen. Parallel mit dieser Behauptung können wir angeben, dass wir kein energisches Schlagen dieser Cilien, sondern vielmehr eine hin und her tastende wellige Bewegung und leichtes Kreisen feststellen konnten. Am *Stentor* tritt an gleicher Stelle ein Kranz von Tastborsten auf. Da unsere Tiere über keine Tastborsten verfügen und da die Cilien zur Drucksinnesempfindung angelegt sind, ist es höchst wahrscheinlich, dass die Grenzcilien in dem Falle, dass die Membranellen im Ausserdienstzustand erstarrt werden, als Tangoreceptoren tätig werden.—Es würde uns aber gar nicht überraschen, wenn sich einmal unsere Grenzcilien als Reinigungsorganellen der Membranellen entpuppen würden.

Bewegungsformen der Membranellen und besondere Bewegungszustände der Tiere.

Aus den Figuren 1. und 2., die nach Praeparaten mit Formolsublimat und Versilberung von GELEI—HORVÁTH entstanden sind, können wir die geregelten metachronen Bewegungszustände der Membranellen (hier sind an den Figuren bloss die Rudermembranellen berücksichtigt) in der adoralen Zone ablesen. Wir sehen, dass je 7—8 (in anderen Fällen je 6) Membra-

nellen, wie eine schräg nach links schauende flügelähnliche Fläche bilden, sich in einer gleichgerichteten Bewegung befinden. Dann folgt eine Lücke, wo eventuell keine Membranellen zu finden sind, oder aber 1—2 Membranellen weit nach hinten geschlagen stehen (Fig. 1. *Bm*₁) und unvermittelt darauf die aufgerichteten Membranellen folgen. Es wäre falsch zu denken, dass die 6—8 metachron gestellten Membranellen mit der durch sie gebildeten Flügelfläche die active Bewegung ausführen, dass also hier ein Schlag von vorne rechts nach hinten links ausgeführt würde, woraus dann eine Bohrbewegung in entgegengesetzter Richtung anstände. Nein. Diese Membranellen der Flügelfläche befinden sich im inaktiven Bewegungszustand, dem sogenannten Rückschlag, der wie wir an lebenden Tieren beobachteten, auch hier langsam und eben daher gleichzeitig, aber doch etwas hintereinander von vielen Membranellen ausgeführt wird.⁶⁾ Der active Hochschlag wird aber in den Lücken zwischen den Flügelgruppen ausgeführt und zwar in schnellem Tempo und immer von einzelnen Membranellen; diese werden aber selten von der Fixierungsflüssigkeit unterwegs ergriffen. Die Membranellen folgen also einander im Hochschlag im Falle der Figuren 1, und 2. von links nach rechts, woraus hier eine entgegengesetzte Drehung erfolgt, zumal auch der Schlag in diesem Sinne schräg erfolgt.

*
* *
*

Betrachten wir *Ophryoscoleciden* mit schwacher Vergrößerung in einem grossen, unbedeckten Flüssigkeitstropfen, dann können wir konstatieren, wie schnell sie sich bewegen. Sie können sowohl die Bahn ihrer Bewegung wie auch die Lage rasch ändern. (*Entodinium longinucleatum*. *Ent*, *caud.* und *Ent. simplex*, *Anoplodinium denticulatum*, *Eudiplotinium neglectum dilobum*, *Eudiplotinium maggii*).

Wir konnten einige Elemente dieser Abwechslungsformen der Bewegung an Tieren, deren Bewegung verlangsamt gewesen ist, mit stärkerer Vergrößerung beobachten; in einigen Fällen ist es auch möglich gewesen die der Lageveränderung

⁶⁾ Siehe GELEI: Eine neue Osmium-Toluidinmethode etc. 1926—27. und Zilienstruktur und Zilienbewegung. Verh. D. Zool. Ges. 31. 1926.

respective der Ortsbewegung entsprechenden Cilienbewegungen festzustellen.

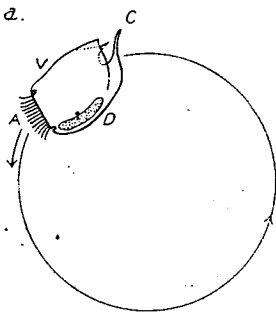


Fig. 11 a.

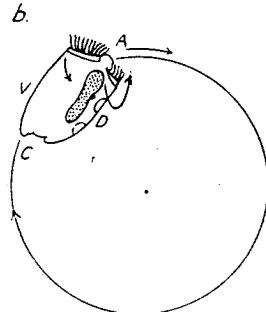


Fig. 11 b.

Fig. 11. a. u. b., *Entodinium caudatum* STEIN. An der linken Seite in einem Kreise sich bewegendes Tier. b., *Eudiplotinium neglectum* DOG. forma *dilobum* DOG.. An der rechten Seite sich bewegendes Individuum. C = Caudalende, D = Dorsalseite, V = Ventralseite. → Richtung der Bewegung an der Bahn. ⇨ Richtung des Membranellenschlages.

1. Wenn sich das Tier auf der linken Seite liegend weitergleitend mit dem Munde nach vorne gerichtet in einem kleinen Kreise bewegt, so ist die Richtung der Bewegungsbahn entgegengesetzt dem Gange des Urzeigers (*Entod. caud.* und *Eudiplot. maggii*) (Fig. 11. a.). Liegt das Tier auf der rechten Seite, so ist diese Bahn übereinstimmend mit dem Gang des Urzeigers (*Eudiplot. neglectum dilobum*) (Fig. 11 b.). In beiden Fällen liegt die Dorsalseite gegen die Mitte der kreisförmigen Bahn. In diesen Fällen schlagen die dorsalen Membranellen gegen das Vorderende zu, die ventralen dagegen nach hinten. An dem Tiere in der in Fig. 11 b., wiedergegebenen Lage schlugen die Membranellen der dorsalen und der adoralen Zone gleichgerichtet. Ist bei aktivem Schlage der Mundteil im Sehfeld nach oben gerichtet, so richtet sich der Schlag in einem Bogen von links nach rechts und von vorne nach hinten (Fig 11 b. ⇨→), bei dem Zurückkehren der Membranellen ist die Richtung ihres Schlages damit eine entgegengesetzte, das freie Ende der Membranellen beschreibt demzufolge eine Ellipse, deren Ebene respective deren grosse Achse einen Winkel mit der Ebene der adoralen Zone bildet. Wenn auch bei gleichgerichtetem Schlag der Membranellen eine Kreisbewegung entsteht, so schlagen jene Gebilde, die im Kreise nach innen stehen langsamer oder weniger.

Die einzelnen Membranellen sind nicht steif, sondern, wie auch in anderen beobachteten Fällen, gleitet an ihnen eine wellenartige Bewegung entlang; auch konnte oft eine Zusammenschliessung der Membranellen zu einzelnen Gruppen beobachtet werden. (S. Gelei 1926.)

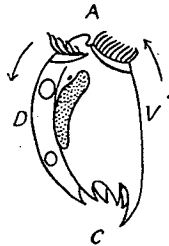


Fig. 12. *Anoplodinium denticulatum* FIOR. *denticulatum* DOG. An der linken Seite liegendes Tier, welches sich um die perlaterale Achse dreht. A = Apicalende, C = Caudalende, D = Dorsal- und V = Ventral- seite. → Richtung der Umdrehung.

Wenn das Tier auf der linken Seite liegend, sich um die perlaterale Achse dreht, dann ist der active Schlag der Membranellen der Dorsalzone gegen das Vorderende, der Schlag der adoralen Zone aber gegen die ventrale Fläche gerichtet (*Anoplodinium denticulatum*) (Fig. 12).

2. Ein Tier, welches sich um die Längsachse dreht, dreht sich, von der rechten Seite betrachtet, in D-V Richtung nach rechts (*Eudiplodinium neglectum dilobum*) (Fig. 13a). von der linken Seite betrachtet, vom V-D Richtung nach rechts (*Eudiplodinium maggii*) (Fig. 13 b.). Diese zwei beobachteten Fälle

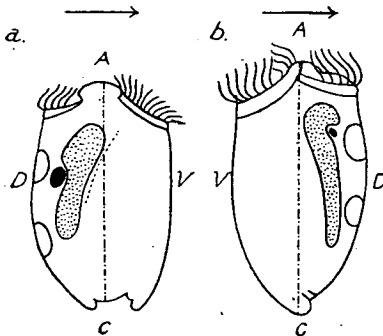


Fig. 13 a.

Fig. 13 b.

Fig. 13. a., *Eudiplodinium neglectum* DOG. forma *dilobum* DOG. (entspricht der Fig. DOG. 1927. 65. b.). An der linken Seite liegendes Tier, welches sich um die Längsachse dreht. b., *Eudiplodinium maggii* FIOR. An der rechten Seite liegendes Tier, welches sich um die Längsachse dreht. A—C = Längsachse, D = Dorsal- und V = Ventral- seite. → Richtung der Umdrehung. Vergr. Oc. III. Obj. 6a.

berichten über identische Bewegung. Man kann aber an rasch sich fortbewegenden Individuen bei der Drehung um die Längsachse beobachten, dass die Drehung bei ein und demselben Individuum abwechselnd nach rechts oder links gerichtet sein kann.

3. An einem *Diplodinium* (*Eudiplodinium maggii* und einer anderen nicht näher bestimmten *Eudiplodinium* Art), welches auf der rechten oder linken Seite an einer Stelle ruhig liegt, entwickelt sich in Folge des Schlages der adoralen und der dorsalen Membranellen vor dem Mundende ein Doppelwirbel: die Richtung der Bewegung dieser zwei Wirbel ist symmetrisch zur Körperachse. In Folge dieser zwei Wirbel sammelt sich eine aus Detritus und aus grösseren und kleineren, lebenden und abgestorbenen Entodiniern und Diplodiniern bestehende Masse vor dem Tiere. Die Masse dieses Haufens ist ungefähr doppelt so gross wie die Masse des Tieres selbst (Fig. 14).

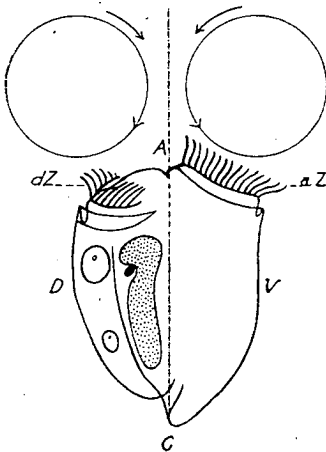


Fig. 14. *Eudiplodinium maggii* FIOR. Ein Tier, welches durch den Schlag der Membranellen der ador. und dors. Zone zwei Wirbel vor sich erzeugt. A—C = Längsachse, aZ = ador. Zone, D = Dors.-Seite, dZ = dors. Zone, V = Ventral-seite. → Richtung der Wirbelbewegung. Vergr. Oc. III. Obj. 6a.

4. Eine in grader Linie nach rückwärts gerichtete Bewegung haben wir an *Eudiplodinium neglectum dilobum* beobachtet.

5. An *Eudiplodinium maggii* haben wir beobachtet, dass das Tier sich in der Ebene die von der Längs- und dorsoventralen Achse bezeichnet ist, um die perlaterale Achse in dorsaler Richtung dreht (Fig. 15.).

Die Beobachtung dieser Bewegungselemente haben wir fast ausschliesslich an verschiedenen *Diplodinium*-Arten gemacht, bei welchen die adorale und dorsale Zone fast in eine Fläche fällt. Die Bewegung der Membranellen dieser zwei Zonen kann in Raschheit so wie in ihrer Richtung sowohl übereinstimmend wie auch verschieden sein; die Arbeit der adoralen Zone konnte auch dann beobachtet werden, wenn die dorsale Zone in Ruhe, also erstarrt war.

Also kann die Bewegung der Membranellen dieser zwei Membranellenzonen voneinander auch unabhängig sein

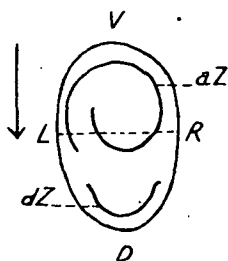


Fig. 15. Skizze eines Tieres (*Eudiopl. maggii*) vom der apicalen Seite her betrachtet, welches sich um die R—L Achse d. h. perlateral dreht.

(*Eudiopl. maggii*). Durch die Mannigfaltigkeit der verschiedenen Bewegungsarten der Membranellen, so wie deren Gruppen kann die Veränderung der Bewegungsrichtung, so wie auch die Lage des Körpers erklärt werden.

Die Bewegungsart der mit einer einzigen Membranellenzonen ausgestatteten Entodiniiden ist nicht minder abwechslungsreich. Die Erklärung dieser abwechslungsreichen Bewegungsart könnte aber erst dann gegeben werden, wenn die Bewegung der Membranellen die entstandenen Körperstellungsveränderungen, so wie auch die Bahn der Bewegung in ihrem ursächlichen Zusammenhang an Entodiniiden schon beobachtet sein sollte.

Auch diese Frage kann aufgeworfen werden, von welchem Einfluss die verschiedene Länge der dorsalen Zone sowie die verschiedene Distanz zwischen der dorsalen und adoralen Zone auf die Bewegungsart anderer Ophryoscoleiden (*Epidinium*, *Ophryoscolex*) ist. Bekanntlich hatte BRAUNE (1913) an allen Ophryoscoleiden eine Bohrbewegung beschrieben. Diese Bewegungsart hatten auch wir (1932) an *Epidinium ecaudatum* konstatiert. Auch diesbezüglich sind noch weitere Beobachtungen notwendig, sowie auch in der Hinsicht, ob andere Umstände wie zum Beispiel die Körperform, das Volumen, Symmetrieverhältnisse und Körperanhänge die Art der Bewegung beeinflussen.⁷⁾

⁷⁾ Bezüglich der Figg. bemerken wir, dass dieselben mit Ausnahme der Skizzen in Arbeitstischhöhe mit dem Zeichenapparat abgebildet und nachher mit Ausnahme der Figg. 6—10, sowie 13 a, b und 14 in doppelter Grösse ausgeführt worden sind. Fig. 8 wurde dagegen auf 1·5 vergrößert. Die Klischés wurden in $\frac{1}{2}$ Grösse hergestellt, mit Ausnahme der Fig. 15, welche auf $\frac{2}{3}$ reduziert wurde.

Literaturverzeichnis.

- Aweirinzow, S. und Mutafova, R.: Material zur Kenntniss der Infusorien aus dem Magen der Wiederkäuer. Arch. f. Protistenk. Bd. 33. 1914. —
 Eraune, R.: Untersuchungen über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 32. 1913. — Dogiel, V. A.: Monographie d. Familie Ophryoscolecidae. I. Arch. f. Protistenkunde. Bd. 59. 1927. — Entz, Géza jun.: Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenkunde Bd. 15. 1909. — v. Gelei, J.: Zur Kenntniss des Wimperapparates. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 81. 1926. — v. Gelei, J.: Eine neue Osmium-Toluidinmethode für Protistenforschung. „Mikrokosmos“. 20. Jhg. 1926—27. — v. Gelei, J.: Nochmals über den Nephridialapparat bei den Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 64. H. 3. 1928. — v. Gelei, J.: Ein neuer Typ der hypotrichen Infusorien aus der Umgebung von Szeged. Arch. f. Protistenk. Bd. 65. 1929. — v. Gelei, J. und Horváth, P.: Eine neue Silber- bzw. Goldmethode für reizleitende Elemente bei den Ciliaten. Arch. f. mikr. Anat. u. mikr. Technik. Bd. 47, 1931. — v. Gelei, J.: Eine neue Goldmethode zur Ciliatenforschung und eine neue Cilitate: *Colpidium pannonicum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 77. 1932. — Kofoid, Ch. A., and MacLennan, R. F.: Ciliates from Bos Indicus Linn. I. The Genus *Entodinium* Stein. Univ. of California Publ. in Zoology. Vol. 33. No. 22. 1930. — Kofoid, C. A., and MacLennan, R. F.: Ciliates from Bos Indicus Linn. II. A revision of *Diplodinium* Schuberg. Univ. of Calif. Publ. in Zoology. Vol. 37. No. 5. 1932. — Schuberg, A.: Die Protozoen des Wiederkäuermagens L. *Bütschlia*, *Isotricha*, *Dasytricha* *Entodinium*. Zool. Jahrb. Bd. III. 1887. — Scharp, G. R.: *Diplodinium ecaudatum* with an account of its neuromotor-apparatus. Univ. of Calif. Publ. in Zoology. Vol. 13. 1914.
-